

СЕКЦИЯ Е
ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ТОРГОВЛИ,
РЕКЛАМЫ

УДК 6 67-02

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА МОДЕЛЕЙ И ШАБЛОНОВ

Е.С. Буткевичус, студентка группы 10506118 ФММП БНТУ,
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н.М. Чигринова

Резюме – Данная статья описывает наиболее популярные технологии 3D-печати – стереолитографии (SLA) и технологии цифровой обработки света (DLP), которые во многом упрощают создание шаблонов литья по выплавляемым моделям.

Summary – This article describes the most popular 3D printing technologies-stereo lithography (SLA) and digital light processing (DLP), which greatly simplify the creation of casting templates for cast models.

Введение. 3D-печать – перспективная технология, сегодня способная быть полезной для многих производственных отраслей, в том числе и для литейного производства. На рынке доступно множество методов 3D-печати. Ознакомившись с различными характеристиками каждого из них, можно наиболее точно определить, чего ожидать от конечного результата.

Для массового производства металлических деталей с высоким уровнем точности размеров для аэрокосмической, автомобильной и медицинской промышленности, например, технологии литья являются экономически эффективным и высокопроизводительным производственным процессом. Традиционно образцы для литья по выплавляемым моделям вырезаются вручную или обрабатываются механически на станках, что часто затягивает подготовку шаблонов и моделей к эксплуатации. Ускорить данный процесс с одновременным обеспечением требуемых параметров качества помогают современные технологии 3D-печати.

Основная часть. Стереолитография (SLA) и технология цифровой обработки света (DLP) являются двумя из наиболее часто используемых процессов 3D-печати для изготовления моделей из синтетических смол [1, 2]. 3D-принтеры, предназначенные для печати изделий из синтетической смолы, приобрели чрезвычайную популярность, благодаря своей способности поставлять изотропные, водонепроницаемые прототипы высокой точности с мелкими деталями и гладкой поверхностью (рисунок 1). Эти когда-то такие сложные и непомерно высокие технологии претерпели большие изменения. Сегодняшние малоформатные настольные SLA и DLP 3D-принтеры обеспечивают детали промышленного класса по доступной ценовой категории и – благодаря разнообразию материалов – с непревзойденной универсальностью.



Рисунок 1 – 3D-принтер с технологией SLA
Источник: [1]

В обоих процессах жидкая синтетическая смола выборочно подвергается воздействию источника света (для SLA-лазера, для DLP-проектора), образуя очень тонкие твердые слои пластика, которые наслаиваются друг на друга и, таким образом, становятся твердым материалом. Хотя эти две технологии принципиально очень похожи, результаты сильно отличаются друг от друга. В то время как стереолитографические (SLA) 3D-принтеры считаются в первую очередь инструментами для создания пластиковых деталей, их высокая точность и широкая линейка материалов хорошо подходят для процессов производства металлических деталей с меньшими затратами, с большей свободой проектирования, за меньшее время, чем традиционные методы.

В настольных 3D-принтерах SLA используется резервуар для смолы с прозрачным дном и антиадгезионной поверхностью. Она служит субстратом, на котором жидкая синтетическая смола затвердевает. Таким образом, вновь образованные слои могут быть осторожно заменены. Схема процесса представлена на рисунке 2.

Во время процесса печати конструкционная платформа постепенно опускается в резервуар для смолы. При этом освобождается место между производственной платформой (или последнего завершенного слоя) и полом бака. Лазер направлен на два зеркальных гальванометра, которые посредством магнитного поля направляют световой пучок к выбранным координатам на ряде зеркал, фокусируя его через дно резервуара и направляя вверх, обеспечивая таким образом затвердевание слоя синтетической смолы на дне резервуара.

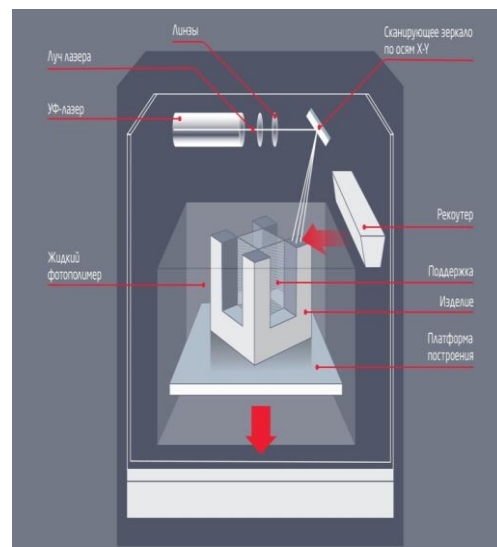


Рисунок 2 – Схема 3D-принтера с технологией SLA
Источник: [1]

Затем затвердевший слой отделяется от дна резервуара и конструкционная платформа перемещается вверх для размещения на ней новой пор-

ции синтетической смолы. Этот процесс повторяется до тех пор, пока печать не будет завершена (рисунок 2).

Технология Stereolithography Low Force (LFS), которая используется в форме 3 и форме 3L, является последней разработкой в 3D-печати SLA.

Для 3D-принтеров LFS оптика находится в блоке обработки света (LPU) (рисунок 3).

Гальванометр в LPU позиционирует лазерный луч высокой плотности в направлении Y, пропускает его через пространственный фильтр, а потом направляет его через складное зеркало и параболическое зеркало, чтобы создать луч, который всегда падает перпендикулярно плоскости давления. Это обеспечивает точные, повторяемые отпечатки. Движение LPU в направлении X мягко отделяет напорную часть от гибкого дна резервуара, что значительно уменьшает силы, действующие на детали во время давления. 3D-печать LFS использует гибкий резервуар и линейное освещение, что значительно снижает силы, действующие на формируемую модель и обеспечивает высокое качество поверхности и точность печати.

Эта усовершенствованная форма стереолитографии обеспечивает значительно лучшее качество поверхности и точность печати. Меньшие силы давления также позволяют использовать сенсорные опорные структуры, которые могут быть легко заменены. К тому же, процесс открывает множество возможностей в разработке передовых, готовых к производству материалов.



Рисунок 3 – 3D-принтер с технологией LFS

Источник: [2]



Рисунок 4 – 3D-принтер с технологией DLP
Источник: [2]

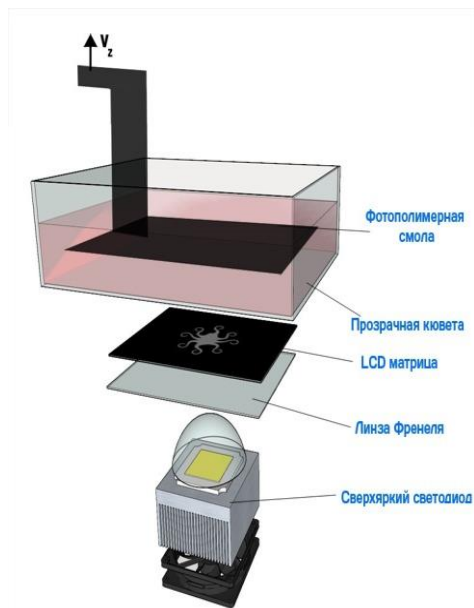


Рисунок 5 – Схема 3D-принтера с технологией DLP

Источник: [2]

SLA и DLP предлагают самые тонкие разрешения Z среди всех методов 3D-печати. Пользователи обычно могут выбирать из диапазона толщины слоя от 25 до 300 микрон, что позволяет дизайнерам достичь хорошего баланса между детализацией модели и скоростью ее создания. Но часто разрешение не влияет прямо на точность и качество печати. Поскольку 3D-печать является аддитивным процессом, неточности могут возникать с каждым слоем, и процесс, с помощью которого строятся слои,

Как и их контрчасти SLA, 3D-принтеры DLP построены вокруг резервуара для смолы с прозрачным дном и производственной платформы, которая опускается в резервуар для смолы для производства деталей, перевернутых слой за слоем (рисунок 4). Разница – источник света. DLP использует цифровой холст для проецирования изображения слоя на всю платформу, приводя к затвердеванию всех точек одновременно.

Принцип работы DLP 3D-принтера состоит в следующем [2,3]. Световой пучок попадает на цифровое устройство Micromirror (DMD), динамическую маску, состоящую из микроскопических зеркал, матрично расположенных на полупроводниковом чипе.

Когда эти крошечные зеркала быстро переключаются между линзами, которые направляют свет на дно резервуара или радиатор, определяются координаты соответствующего слоя, на котором затвердевает жидкая синтетическая смола. Поскольку проектор представляет собой цифровой экран, изображение каждого слоя состоит из квадратных пикселей, создавая трехмерный слой из небольших прямоугольных блоков, называемых вокселями (рисунок 5).

При 3D-печати необходимо учитывать как два двумерных измерения площади (X и Y), так и Z-измерение, решающее для 3D-печати. Разрешение Z определяется толщиной слоя, которую может иметь модель, «выращиваемая» с помощью 3D-

влияет на точность, определяемую как повторяемость точности каждого слоя. Точность зависит от многих различных факторов: методы 3D-печати, материалы, настройки программного обеспечения, постобработка и т. д.

Как правило, SLA и DLP 3D-печать с синтетической смолой являются одними из самых точных методов 3D-печати. И различия в точности часто лучше объяснить различиями между устройствами разных производителей, чем различиями между самими технологиями.

Вывод. Сегодня цифровые программные инструменты и 3D-печать позволяют совместить литье по выплавляемым моделям с преимуществами цифрового дизайна и производственного процесса. С помощью цифрового рабочего процесса дизайнеры используют программные средства САПР для создания проектов в цифровом виде и 3D-принтер высокого разрешения для создания 3D-печатных шаблонов, которые затем можно отливать в форму [4]. Благодаря цифровым технологиям значительно сокращается потребность в длительном ручном труде, а саму конструкцию легко сохранять, модифицировать и воссоздавать при необходимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3D-печать. Практическое руководство / Рэдвуд Бен, Гаррэт Брайан, Шофер Филемон. – М.: ДМК-Пресс, 2020. – 220 с.
2. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития / Кэнесс Э., Фонда К., Дзеннаро М. – М.: МЦТФ, 2013. – 192 с.
3. Производство заготовок. Литье: Серия учебных пособий. Книга 3. Проектирование и производство отливок (литых заготовок) / А.С. Килов, А.В. Попов, В.А. Недыхалов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.
4. Литье по выплавляемым моделям / В.Н. Иванов, С.А. Казеннов [и др.] – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.

УДК 621.777.01

НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОГО ПРЕССОВАНИЯ

*Е. Ю. Готовский, студент гр. 10504215 ФММП БНТУ,
научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Н. М. Чигринова*

Резюме – В данной работе представлен один из способов обработки металлов давлением теплое прессование. Описываются характеристики и особенности данного метода, а также его преимущества и недостатки. Делается вывод о целесообразности использования метода в массовом производстве.

Summary – This paper presents one of the methods of metal processing by pressure-warm pressing. The characteristics and features of this method, as well as its advantages and disadvantages, are described. The conclusion is made about the feasibility of using the method in mass production.